

University of Groningen

Verkenning MKBA werkwijzer Energie

Koopmans, Carl; Mulder, Machiel; Tieben, Bert

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Publication date:
2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Koopmans, C., Mulder, M., & Tieben, B. (2018). *Verkenning MKBA werkwijzer Energie*. (SEO-rapport; Nr. 2018-23). SEO, Foundation for Economic Research of the University of Amsterdam.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Amsterdam, maart 2018
In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Verkenning MKBA werkwijzer Energie

Carl Koopmans (SEO)
Machiel Mulder (RUG)
Bert Tieben (SEO)



**rijksuniversiteit
groningen**

seo economisch onderzoek

“De wetenschap dat het goed is”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winst-oogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport nr. 2018-23

ISBN ISBN

Informatie & Disclaimer

E is op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO en RUG zijn niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2018 SEO Amsterdam/Rijksuniversiteit Groningen. Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl

Samenvatting

Bestaande MKBA-leidraden gaan in beperkte mate in op effecten van energiebeleid. Daarom is het gewenst dat er een werkwijzer voor MKBA's van energiebeleid komt. Belangrijke aspecten zijn het aanpassingsvermogen van energiemarkten, de flexibiliteit van de energievoorziening, de kosten van stroomuitval en de betaalbaarheid van energie.

Het ministerie van EZK heeft SEO Economisch Onderzoek en de Rijksuniversiteit Groningen gevraagd om een verkenning uit te voeren naar een mogelijke werkwijzer voor maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's) van energiebeleid. Wat is de toegevoegde waarde van deze werkwijzer energie? Welke onderwerpen verdienen daarin aandacht?

Het belang van een werkwijzer

Energiebeleid is de komende decennia belangrijk. Energiebeleid speelt een cruciale rol bij het aanpakken van de klimaatproblematiek. Ook verdienen de leveringszekerheid en voorzieningszekerheid van energie voortdurend aandacht van beleidsmakers. De kosten die gemoeid zijn met het verminderen van de CO₂-emissies en het borgen van leverings- en voorzieningszekerheid zijn hoog; dit kan invloed hebben op de betaalbaarheid van energie. MKBA's kunnen de voordelen en nadelen van verschillende beleidsopties in beeld brengen en helpen om beleidsmaatregelen te optimaliseren. Daarnaast zijn in de afgelopen jaren verschillende benaderingen gevolgd bij MKBA's voor energiebeleid. Door het opstellen van een werkwijzer kan de praktijk van MKBA's van energiebeleid worden gestroomlijnd.

Voorzieningszekerheid

Bestaande leidraden bevatten vrij weinig informatie over voorzieningszekerheid. Het gaat bij voorzieningszekerheid vooral om de mate en snelheid waarin marktpartijen zich kunnen aanpassen aan nieuwe omstandigheden. Een hoge variabiliteit in de energieprijzen duidt op een beperkt aanpassingsvermogen. Daarom dient de aandacht zich te richten op de invloed van beleid op de mate waarin marktpartijen kunnen reageren op prijsveranderingen.

Flexibiliteit

Flexibiliteit in energiemarkten, in het bijzonder elektriciteitsmarkten, verdient een diepere analyse dan in bestaande leidraden. Het gaat om het vermogen om aanbod en vraag op elk moment op elkaar af te stemmen. Beleid kan dit vermogen vergroten of verkleinen. Er is kennis nodig over de vraag hoe een beleidsmaatregel van invloed is op het tijds patroon van productie en verbruik; en op de beschikbaarheid van opties om de benodigde flexibiliteit te leveren. De effecten op flexibiliteit kunnen worden uitgedrukt in (extra) kosten die gemaakt worden om energienetwerken in balans te houden.

Leveringszekerheid

Leveringszekerheid van energie is een 'witte vlek' in de bestaande MKBA-richtlijnen. Uitval van energienetwerken leidt tot ernstige problemen en hoge kosten. Investerings om de uitval verder terug te dringen zijn echter vaak duur. Daarom is het van groot belang om kosten en baten van zulke investeringen goed af te wegen. De overheid streeft leveringszekerheid na met kwaliteitsregulering voor netwerkbeheerders. Een werkwijzer kan in kaart brengen wat de kosten en baten hiervan zijn.

Raakvlakken energie-milieu

Subsidies voor duurzame energie hebben invloed op technologieontwikkeling en daarmee op de toekomstige kosten om milieudoelstellingen te halen. Daarbij komt dat de subsidies invloed kunnen hebben op CO₂-prijzen: zonder subsidies zal de CO₂-prijs hoger moeten zijn om de klimaatdoelstelling te realiseren. Dit effect kan in een werkwijzer energie nader onderzocht worden. Ook de invloed op de luchtkwaliteit van maatregelen gericht op hernieuwbare energie verdient aandacht. Deze effecten zijn lokaal zijn en hangen af van bijvoorbeeld de hoogte van schoorstenen.

Milieueffecten van energiebeleid

De wijze waarop milieueffecten van energiebeleid kunnen worden gekwantificeerd en gemonetariseerd wordt uitvoerig behandeld in bestaande leidraden. In toekomstige versies van de werkwijzer milieu is van belang of en hoe CO₂ kan worden gewaardeerd in MKBA's met andere scenario's dan de Welvaart en Leefomgeving scenario's.

Betaalbaarheid

Bestaande leidraden gaan niet in op betaalbaarheid van energie maar onderstrepen wel het belang van verdelingseffecten. De prijzen die eindgebruikers betalen hangen af van kosten in de schakels tussen productie en retail; en van kosten van energienetwerken en de verdeling daarvan over energiegebruikers. In de werkwijzer energie kan worden aangegeven hoe de verdelingseffecten van verschillende typen investeringsprojecten kunnen worden bepaald.

Werkgelegenheid

Van investeringen zoals het energie-akkoord worden vaak flinke werkgelegenheidseffecten verwacht. De MKBA-werkwijzer sociaal domein geeft aan hoe in MKBA's wordt omgegaan met werkgelegenheidseffecten. Deze aanpak verdient ook aandacht in een MKBA-werkwijzer energie.

Aanbevelingen

De belangrijkste aanbeveling van deze verkenning is om een MKBA werkwijzer energie op te stellen met concrete adviezen voor uitvoerders van MKBA's van energiebeleid. Deze dient te worden gericht op de 'witte vlekken' die in deze verkenning zijn geïdentificeerd. Op sommige onderdelen is nader onderzoek nodig om de beschikbare kennis aan te vullen.

Inhoud

Samenvatting.....	i
1 Inleiding.....	1
2 Zekerheid en flexibiliteit.....	3
2.1 Voorzieningszekerheid	3
2.2 Flexibiliteit	7
2.3 Leveringszekerheid.....	9
3 Energie en milieu	13
3.1 Raakvlakken energie-milieu	13
3.2 Milieueffecten in MKBA's van energiebeleid	14
3.3 Conclusie.....	18
4 Betaalbaarheid	19
5 Conclusies en aanbevelingen.....	21
5.1 Aanbevelingen.....	21
5.2 Inhoud van de werkwijzer.....	22
Literatuur	25

1 Inleiding

Wat is de toegevoegde waarde van een MKBA werkwijzer energie? Welke onderwerpen verdienen aandacht in deze werkwijzer? Dit zijn vragen van het ministerie van EZK die in deze verkenning worden beantwoord.

Achtergrond

In 2013 is de Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van CPB en PBL (Romijn en Renes, 2013) vastgesteld door het kabinet. Hierna volgden werkwijzers voor het sociale domein (Koopmans et al., 2016), milieu (De Bruyn et al., 2017a) en natuur (Klooster et al., 2018). Werkwijzers voor infrastructuurprojecten en voor de digitale overheid worden momenteel opgesteld. Ook de werkwijzers worden vastgesteld door het kabinet. Dit laat zien dat het van groot belang wordt geacht dat MKBA's op een verantwoorde manier worden uitgevoerd. De doelgroepen van de werkwijzers zijn overheden (rijk, regionaal, lokaal) en onderzoekers/consultants die in hun opdracht energie/klimaatbeleid doorrekenen.

Het belang van een werkwijzer

Energiebeleid is de komende decennia belangrijk. Er is sprake van een majeur klimaatprobleem dat voor een belangrijk deel samenhangt met de CO₂-emissies uit het energiegebruik. Energiebeleid speelt daarom een cruciale rol bij het aanpakken van de klimaatproblematiek. Ook verdienen de leveringszekerheid en voorzieningszekerheid van energie voortdurend aandacht van beleidsmakers. De kosten die gemoeid zijn met het verminderen van de CO₂ emissies en het borgen van leverings- en voorzieningszekerheid zijn hoog; dit kan invloed hebben op de betaalbaarheid van energie. Het is daarom belangrijk om energiebeleid effectief en efficiënt vorm te geven. MKBA's kunnen de voordelen en nadelen van verschillende beleidsopties op systematische wijze in beeld brengen. De uitkomsten van de MKBA kunnen ook gebruikt worden om de vormgeving en intensiteit van beleidsmaatregelen te optimaliseren (value for money). Daarnaast zijn in de afgelopen jaren verschillende benaderingen gevolgd bij MKBA's voor energiebeleid. Door het opstellen van een werkwijzer kan de bestaande praktijk van MKBA's van energiebeleid worden gestroomlijnd. Dit zijn redenen om te overwegen om een werkwijzer op te stellen.

Een nieuwe werkwijzer kan inzichtelijk maken:

1. welke kosten- en batenposten relevant zijn bij energiebeleid;
2. hoe (in theorie) welvaartseffecten en verdelingseffecten optreden bij verschillende vormen van energiebeleid;
3. hoe in concrete situaties welvaarts- en verdelingseffecten kunnen worden ingeschat.

Deze verkenning geeft op deze drie punten een eerste aanzet. Daarnaast kan een werkwijzer concrete informatie geven over de hoogte van hoeveelheden, verhoudingen en prijzen die van belang zijn voor specifieke kosten- en batenposten (kengetallen).

Onderzoeksvragen

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft SEO Economisch Onderzoek en de Rijksuniversiteit Groningen gevraagd om een verkenning uit te voeren van de opzet van een werkwijzer energie aanvullend op de werkwijzer milieu. Het doel is om de toegevoegde waarde van

een werkwijzer energie verder in kaart te brengen. Kan een werkwijzer worden gebruikt om beslissingen over energie- en klimaattransitie te nemen? Kunnen met een werkwijzer energie discussies zoals die eerder bij windenergie plaatsvonden, in de toekomst worden voorkomen? Het ministerie vraagt naast een analyse naar aanbevelingen.

Aanpak

In deze verkenning brengen we in kaart welke onderwerpen aandacht zouden verdienen in een eventuele MKBA werkwijzer energie. Daarbij schetsen we op hoofdlijnen hoe de werkwijzer deze onderwerpen zou kunnen behandelen. Het gaat om de volgende onderwerpen:

- Voorzieningszekerheid. Voorraadvorming en duurzame energie maken Nederland minder afhankelijk van energieleveranciers uit andere landen, maar er zijn ook kosten en neveneffecten aan verbonden. Kunnen de baten van voorzieningszekerheid in MKBA's worden bepaald en gemonetariseerd? Hoe zou een werkwijzer dit onderwerp kunnen aanpakken?
- Flexibiliteit. Een stabiele elektriciteitsvoorziening vereist de aanwezigheid van een flexibel elektriciteitssysteem waarin het aanbod en de vraag van minuut tot minuut op elkaar zijn afgestemd. Door de groei in duurzame energie wordt het belang van flexibiliteit alleen maar groter. Het op efficiënte wijze borgen van netwerkbalansen vereist goed werkende internationale stroommarkten en prikkels voor marktpartijen om bijvoorbeeld te investeren in reservecapaciteit en voor de netbeheerders om te zorgen voor voldoende interconnectie met andere landen. Een tekort aan flexibiliteit kan leiden tot grote prijsfluctuaties, of zelfs tijdelijke onderbrekingen in de energievoorziening. Hoe kan een werkwijzer dit soort effecten meenemen?
- Leveringszekerheid. Energiebeleid en autonome trends kunnen invloed hebben op de kans dat er op bepaalde momenten elektriciteit (of brandstof) niet (voldoende) kunnen worden geleverd via netwerken. Hoe kunnen met name stroomstoringen (en de kans daarop) worden gewaardeerd in een MKBA, en hoe kan het effect van energiebeleid op die kans worden geschat?
- Milieueffecten van energiebeleid, in het bijzonder het waterbede effect bij emissiehandel. Binnen het ETS kan een daling van emissies in Nederland leiden tot een stijging elders. Hoe kan hiermee worden omgegaan in MKBA's, in het licht van recente CPB/PBL richtlijnen voor CO₂-waardering? Biedt de werkwijzer milieu voldoende informatie of is er meer nodig?
- Betaalbaarheid: hoe kan de invloed van overheidsbeleid op de prijs van energiedragers en de energierekening voor consumenten worden meegenomen in MKBA's?

Deze verkenning sluit af met een mogelijke inhoudsopgave voor een werkwijzer energie en met aanbevelingen voor vervolgstappen.

Box 1.1 Werkgelegenheidseffecten worden vaak te hoog ingeschat

Van (overheids)investeringen worden vaak flinke werkgelegenheidseffecten verwacht. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het Energieakkoord (website SER; Quintel, 2014). Diverse onderzoekers plaatsen vraagtekens bij dergelijke 'bruto' werkgelegenheidseffecten (zie bijv. CPB, 2009; Koopmans en Volkerink, 2014). Soms worden de werkgelegenheidseffecten op basis van zulke kanttekeningen gecorrigeerd (Volkerink et al., 2012). De MKBA-werkwijzer sociaal domein geeft aan hoe in MKBA's wordt omgegaan met werkgelegenheidseffecten (Koopmans et al., 2016). Deze aanpak verdient ook aandacht in een MKBA-werkwijzer energie.

2 Zekerheid en flexibiliteit

Voorzieningszekerheid, flexibiliteit en leveringszekerheid zijn van groot belang voor een goed functionerende energievoorziening. Terwijl voorzieningszekerheid betrekking heeft op de beschikbaarheid van energiebronnen en flexibiliteit gaat over het in de tijd op elkaar afstemmen van aanbod en vraag, heeft leveringszekerheid betrekking op het goed functioneren van de energienetwerken. Als beleid effecten heeft op zekerheid en flexibiliteit kan dat aanzienlijke maatschappelijke kosten en baten met zich meebrengen. In een werkwijzer energie verdienen de effecten van beleid op het aanpassingsvermogen aan veranderende energieprijzen, op de flexibiliteit van de energievoorziening en op de kans op uitval van de energievoorziening expliciete aandacht.

2.1 Voorzieningszekerheid

Algemene MKBA leidraad en werkwijzer milieu

De algemene MKBA leidraad (Romijn en Renes, 2013) gaat niet in op voorzieningszekerheid van energie. In de werkwijzer milieu (De Bruyn et al., 2017a) wordt wel ingegaan op de baten voor voorzieningszekerheid, maar dit gebeurt summier. Er wordt gesteld dat grote prijsstijgingen of prijsdalingen kunnen leiden tot macro-economische aanpassingskosten. Onverwachte onderbrekingen in de bevoorrading kunnen zorgen voor hogere inflatie en meer werkloosheid omdat ze productie- en investeringsbeslissingen verstoren. De werkwijzer milieu stelt dat de Nederlandse overheid actief investeert in beleid en voorzieningen die erop gericht zijn dat de voorzieningszekerheid op peil blijft en deze economische kosten van onderbrekingen in de bevoorrading te voorkomen. Als voorbeelden van overheidsmaatregelen op dit vlak worden genoemd de strategische oliereserves van de COVA, investeringen in de transportinfrastructuur van gas en elektriciteit en subsidies gericht op verduurzaming van de energievoorziening.

De werkwijzer Milieu stelt dat de baten van voorzieningszekerheid geschat kunnen worden met de preventiekostenmethode, dat wil zeggen op basis van de uitgaven die overheden doen voor maatregelen die bedoeld zijn om de voorzieningszekerheid te vergroten. Bijvoorbeeld voor maatregelen gericht op de zekerheid van de olievoorziening komt de werkwijzer milieu op een bedrag van 0,025% van de uitgaven aan olie. De werkwijzer gaat er dus vanuit dat het voor een land gunstig is om over strategische energievoorraden te beschikken om zo negatieve economische effecten van schokken in de energievoorziening op te vangen en dat het huidige overheidsbeleid informatie geeft over waardering van de welvaartseffecten.

Analyse

De aanname dat het in voorraad houden van energie goed is voor de welvaart verdient nuancering. Maatregelen voor energievoorzieningszekerheid kunnen alleen dan welvaartsverhogend zijn wanneer energiemarkten niet goed werken, dat wil zeggen wanneer er sprake is van marktfalen (Bohi et al, 1996). Als dat niet het geval is, dus als energiemarkten wel goed functioneren, leiden investeringen van overheden in bijvoorbeeld strategische voorraden tot verstoring van energiemarkten. Investeren in strategische olievoorraden of in reserv capaciteit voor opwekking van stroom kunnen dan leiden tot het verdringen van investeringen die private (commerciële) partijen zouden

doen. Dergelijke maatregelen kunnen ook leiden tot een te hoog niveau aan voorzieningszekerheid, dat wil zeggen dat de kosten van de maatregelen niet worden goedge maakt door de baten ervan. Uit diverse onderzoeken naar de welvaartseffecten van energievoorraden blijkt dit het geval te zijn: de kosten van de voorraden zijn vaak beduidend hoger dan de baten (zie voor een overzicht Joode et al., 2004; Difiglio, 2014; Gao et al., 2018). Mulder et al. (2007) tonen dit aan voor investeringen in strategische olievoorraden en voor het reserveren van gasvoorraden om een buffer te hebben voor de toekomst.

Een methode voor de uitvoering van MKBA's voor maatregelen gericht op energievoorzieningszekerheid is ontwikkeld en toegepast in de CPB publicatie "Energy Policies and Risks on Energy Markets" (Joode et al., 2004). Die methode komt er op neer dat eerst bepaald wordt of er sprake is van marktfalen. Zo dat het geval is, kan vervolgens bepaald te worden of maatregelen om bepaalde risico's te verkleinen een gunstig kosten-batensaldo hebben. Een kernelement in deze methode is het begrip 'break-even frequentie'. Dit is de frequentie van het voorkomen van een specifiek risico (zoals een aanbodschock in de oliemarkt) waarbij de kosten van een specifieke overheidsmaatregel gelijk zijn aan de verwachte baten. Door vervolgens te beoordelen of de werkelijke kans op zo'n gebeurtenis groter of kleiner is dan de break-even frequentie, kan bepaald worden of een specifieke overheidsmaatregel efficiënt is of niet. Voor veel van de maatregelen die de Nederlandse overheid in 2005 overwoog, bleek dat de break-even frequentie beduidend hoger lag dan de werkelijk ingeschatte kans op zo'n risico. Kortom, die overheidsmaatregelen waren dus niet efficiënt (zie voor een samenvattend artikel Mulder et al., 2007).

Box 2.1 Stroomtekorten ontstaan soms door gebrek aan aanbod

Stroomonderbrekingen komen meestal voort uit problemen in netwerken; dit type storingen wordt in de volgende paragraaf besproken bij het onderwerp leveringszekerheid. In zeldzame gevallen kunnen stroomonderbrekingen het resultaat zijn van een tekort aan aanbod (voorzieningszekerheid). Een tekort aan levering aan het net kan voortkomen uit tijdelijke onderbrekingen van de productiecapaciteit of uit een onverwachte piek in de vraag. Een dergelijke situatie dreigde in de zomer van 2003, toen elektriciteitscentrales door een hittegolf minder goed konden koelen en TenneT 'code rood' afkondigde. Uiteindelijk was er echter geen tekort (EZ, 2004). In Californië traden in 2000 en 2001 stroomtekorten op. Door onvoldoende productie van elektriciteit moest de levering in bepaalde gebieden tijdelijk worden onderbroken zodat de rest van het net kon blijven functioneren (Bijvoet et al., 2003). Investerings in reservecapaciteit en in interconnectoren verlagen de kans op dergelijke tekorten; en daarmee ook de verwachte kosten. Ook het efficiënt verdelen van schaarse stroom kan de kosten beperken (De Nooij et al., 2009a).

Elementen MKBA voorzieningszekerheid

De eerste stap bij het benoemen van de cruciale elementen van een MKBA voor energievoorzieningszekerheid is een verkenning van het begrip voorzieningszekerheid. Er zitten twee elementen in dit begrip: a) beschikbaarheid van energie voor gebruikers tegen b) redelijke prijzen. Vanuit een technische, niet-economische benadering is het begrip voorzieningszekerheid eenvoudig: energie hoort te allen tijde voor iedereen beschikbaar te zijn tegen redelijke, dat wil zeggen betaalbare prijzen. In een economische benadering, die gevolgd worden bij een MKBA-werkwijze, is de analyse genuanceerder en complexer.

Met ‘redelijke’ prijzen wordt vanuit een economische perspectief niet bedoeld op lage prijzen, omdat soms prijzen hoog moeten zijn om marktpartijen te prikkelen tot aanpassing van vraag en/of aanbod. Wanneer energie alleen tegen hoge prijzen door bedrijven en consumenten verkregen kan worden, hoeft dat dus niet persé te duiden op een gebrekkige voorzieningszekerheid. In welke mate dat het geval is hangt van de achterliggende factoren achter de hoge prijzen. Als hoge prijzen voortkomen uit een sterke groei van de vraag terwijl het aanbod die groei niet kan bijbenen omdat investeringen in nieuwe productiecapaciteit nu eenmaal tijd vragen, dan kan zo’n situatie als een ‘normale’ marktsituatie gezien worden. Zo’n situatie deed zich bijvoorbeeld voor in de periode na 2005 toen de olieprijs grote hoogten bereikte, vooral als gevolg van de sterke toename in de vraag naar de zogenaamde ‘emerging countries’ (o.a. China, Brazilië). Deze hoge prijzen vormden op hun beurt een prikkel voor de ontginning van nieuwe olievelden (o.a. schalieolie in de VS) en de substitutie naar andere energiedragers. Deze aanpassing van de productie aan de vraag nam meerdere jaren in beslag, waardoor de olieprijs over een lange periode relatief hoog bleef.

Bij het beoordelen van de energievoorzieningszekerheid gaat het vooral om de mate en snelheid waarin marktpartijen zich kunnen aanpassen aan nieuwe omstandigheden. Als marktpartijen op een of andere manier gehinderd worden om zich aan te passen aan veranderende marktomstandigheden die het gevolg zijn van een schok in aanbod of vraag, dan kan wellicht gesproken van marktfalen. Een voorbeeld hiervan is als marktpartijen weinig informatie hebben over de omvang van een plotselinge schok in het aanbod, waardoor ze niet in staat zijn om adequaat te reageren. Als marktpartijen bijvoorbeeld niet goed op de hoogte zijn van de werkelijke hoeveelheid gas- of olie-reserves, dan kunnen ze geen goede inschatting maken van de toekomstige schaarste en toekomstige prijzen. Het gevolg daarvan kan zijn dat marktpartijen teveel energie verbruiken. Er kan echter even goed sprake zijn van overheidsfalen. Als door overheidsregulering marktpartijen ongevoelig zijn gemaakt voor prijsveranderingen, zal de markt niet snel zelfstandig tot aanpassingen komen wanneer er zich een schok in aanbod of vraag voordoet. Een voorbeeld hiervan zijn energieprijzen die door overheidsregulering voor consumenten zijn vastgezet of verlaagd met subsidies.

Om de effecten van energie- en klimaatbeleid op de voorzieningszekerheid van energie te beoordelen, dient de aandacht zich dus te richten op de invloeden van dit beleid op het aanpassingsvermogen van markten. Wanneer een beleidsmaatregel leidt tot geringere prijsgevoeligheid van energiegebruikers dan kan dat het aanpassingsvermogen van de energiemarkt verminderen, wat kan leiden tot een langere periode van relatief hoge prijzen in het geval zich ergens in het systeem een verstoring voordoet. Een voorbeeld van zo’n maatregel is het verhogen van energiebelastingen voor energiegebruikers, waardoor een zelfde verandering in de (internationale) groothandelsprijs tot een kleinere procentuele verandering van de eindgebruikersprijs leidt, waardoor de vraagresponse – bij een constante prijselasticiteit – kleiner zal zijn. In dit geval heeft de maatregel “verhogen energiebelastingen” als neveneffect dat de voorzieningszekerheid is verminderd omdat het aanpassingsvermogen in de markt is verminderd. Een ander voorbeeld is de introductie van subsidies voor duurzame energie waardoor marktpartijen eveneens ongevoeliger kunnen worden voor veranderingen in de elektriciteitsprijs, waardoor er grotere schommelingen in die prijs kunnen ontstaan.

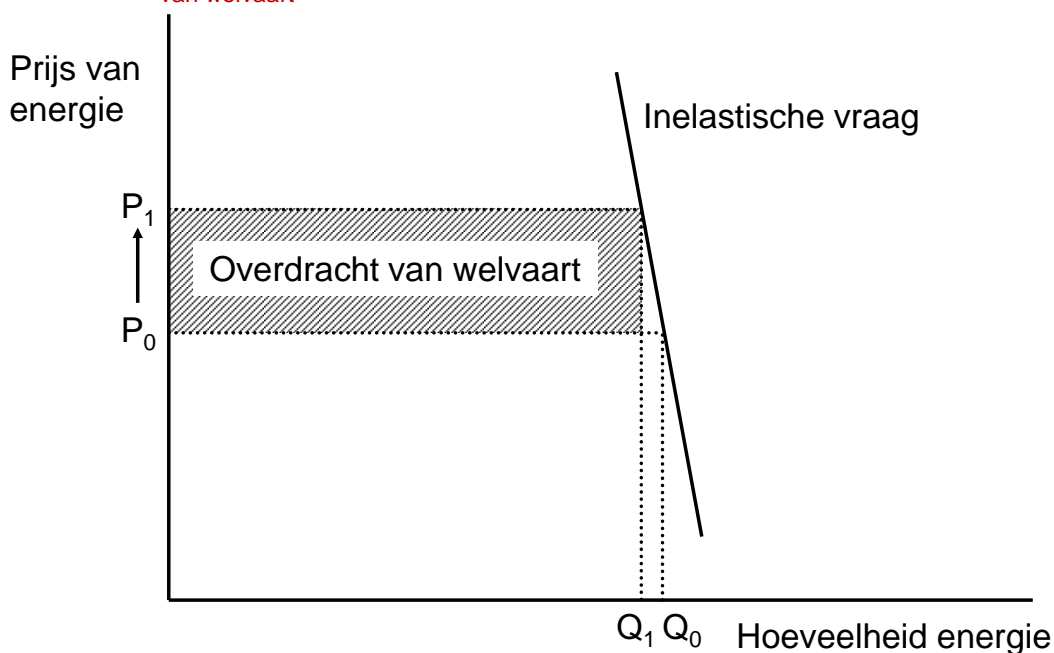
Het aanpassingsvermogen van energiemarkten kan worden gemeten met de variabiliteit in de energieprijzen. In een energiemarkt die heel flexibel reageert op verstoringen in aanbod en vraag, zal de prijs heel snel reageren om daarna ook weer snel terug te keren naar het oorspronkelijke niveau.

De eerste prijsreactie is nodig om marktpartijen in beweging te zetten om iets te gaan doen, terwijl de tweede prijsreactie het gevolg van de snelle reacties van die marktpartijen.

Om de effecten van energie- en milieubeleidsmaatregelen voor de voorzieningszekerheid te meten is dus een essentiële stap het bepalen van de mate waarin zulke maatregelen effecten hebben op de prijsvariabiliteit. In het voorbeeld van de energiebelastingen, kan het neveneffect van energiebelastingen worden gekwantificeerd via het effect op de hoogte van de energieprijzen in het geval er zich een schok voordoet. Wanneer door de energiebelasting de energiegebruikers minder gevoelig worden door een verandering in de energieprijzen zal een grotere energieprijsstijging nodig zijn om de markt bij een schok weer in balans te brengen. Deze extra stijging vormen dan de kosten van die energiebelasting voor de voorzieningszekerheid.

Op basis van de geschatte verandering in de prijsvariabiliteit kunnen welvaartseffecten bepaald worden. Bijvoorbeeld, vaker hogere prijzen leidt tot een lager consumentensurplus en mogelijk een hoger producentensurplus voor binnenlandse producenten, afhankelijk van waar de energie vandaan komt. Er zal hier vaak blijken dat de effecten op voorzieningszekerheid grotendeels uit verdelingseffecten bestaan, omdat het energieverbruik (zeker op korte termijn) inelastisch is, zodat prijsveranderingen vooral leiden tot overdrachten van welvaart tussen consumenten en producenten en minder tot een verandering in het volume van het energieverbruik (zie figuur 2.1).

Figuur 2.1 Bij een inelastische vraag leiden prijsveranderingen vooral tot een andere verdeling van welvaart



Bron: SEO Economisch Onderzoek / Rijksuniversiteit Groningen

Overigens is het belangrijk onderscheid te maken tussen beleidsmaatregelen die expliciet bedoeld zijn om de energievoorzieningszekerheid te vergroten (zoals strategische olievoorraden) en overige energie- en milieubeleidsmaatregelen. In het eerste geval gaat het doorgaans om maatregelen die vergelijkbaar zijn met het afsluiten van een verzekering: er worden continue kosten gemaakt (bijv. kosten voor opslag van olie) voor een baat die zich mogelijk nooit voor zal doen. Het verzekeringskarakter is derhalve een essentiële component van de maatregel en dient daarom expliciet te

worden meegenomen. Met dit risico-element kan rekening gehouden via de hiervoor genoemde en door het CPB in 2004 ontwikkelde methode van break-even frequentie. Zoals hiervoor aangegeven, kunnen dergelijke maatregelen alleen dan efficiënt zijn wanneer er sprake is bij marktfalen bij het realiseren van de optimale voorzieningszekerheid.

In het geval van overig energie- en milieubeleid, zoals verhogen van energiebelastingen, subsidies voor duurzame energie of bevordering van marktwerking op de elektriciteitsmarkt, zijn effecten op voorzieningszekerheid een mogelijk bijkomend effect. Hier zal volstaan kunnen worden met het bepalen van het effect op de energieprijzen zonder dat het nodig is om te werken met break-even frequenties, wat de analyse veel complexer zou maken. Er zal hier doorgaans van uitgegaan kunnen worden dat deze effecten niet bedoeld zijn om een specifiek marktfalen bij voorzieningszekerheid te verminderen, maar een neveneffect zijn van een interventie in de energiemarkt. In het algemeen zal het bij deze neveneffecten gaan om meerkosten die gemaakt moeten worden om de voorzieningszekerheid te borgen. Uiteraard dient wel bepaald te worden in welke mate de energieprijzen volatieler zullen worden door de beleidsmaatregel. In de werkwijzer energie kunnen handvaten worden ontwikkeld om deze effecten te kwantificeren.

2.2 Flexibiliteit

Algemene MKBA leidraad en werkwijzer milieu

De algemene MKBA leidraad (Romijn en Renes, 2013) geeft aan dat het bij MKBA's van hernieuwbare energie belangrijk is om de gehele elektriciteitsmarkt in de analyse te betrekken, omdat de capaciteit van hernieuwbare bronnen (zon, wind) niet altijd beschikbaar is en niet geschikt is voor het opvangen van de piekvraag. Dit betekent dat opwekkingstechnieken als wind en zon altijd moeten worden bijgestaan door snel opstartbare conventionele capaciteit.

De werkwijzer milieu duidt de wisselende beschikbaarheid van hernieuwbare bronnen aan als profieffecten (De Bruyn et al, 2017a, p. 81). Deze uiteten zich volgens de werkwijzer in een lagere gemiddelde elektriciteitsprijs voor zon en wind producenten dan de gemiddelde elektriciteitsprijs in een jaar. Dit leidt tot een afslag op de gemiddelde elektriciteitsprijs van hernieuwbare bronnen, die een negatief welvaartseffect vormt in een MKBA. Ook wijst de werkwijzer erop dat verdere variabilisering van de vraag de profieffecten deels teniet kan doen. Daarom pleit de werkwijzer voor het gebruik van een elektriciteitsmodel.

Analyse

Het onderwerp flexibiliteit in energiemarkten, en dan in het bijzonder elektriciteitsmarkten, verdient een grondiger analyse dan tot dusverre in de algemene MKBA leidraad en de werkwijzer milieu is gebeurd. Van belang is vooral dat de effecten op flexibiliteit breder worden gezien dan de effecten op de beschikbaarheid van productievermogen.

Bij flexibiliteit van elektriciteits- en gasnetwerken gaat het om het vermogen om het aanbod en vraag van minuut tot minuut op elkaar af te stemmen. Dit is met name van belang voor elektriciteitsmarkten omdat voor het kunnen functioneren van elektriciteitsnetwerken de totale toevoeging aan het net te allen tijde gelijk moet zijn aan de totale onttrekking. Als deze zogenaamde vermogensbalans wordt verbroken, kan elektriciteit niet meer worden getransporteerd. In de gasmarkt is de balans tussen totale injectie en totale onttrekking aan het netwerk ook van essentieel belang, al

luistert het hier minder nauw omdat gasnetwerken enige buffercapaciteit hebben (zogenaamde ‘linepack’).

Bij de beoordeling van de welvaartseffecten van energie- en klimaatbeleid dient te worden bepaald in hoeverre een beleidsmaatregel van invloed is op het vermogen van netwerkgebruikers om flexibel te reageren op veranderingen in de balans op het net. De huidige wijze van subsidiering van zonnepanelen van huishoudens via de zogenaamde salderingsregeling, bijvoorbeeld, heeft als gevolg dat deze huishoudens geen rekening houden met de invloed van de in de tijd variërende productie van zonnestroom op de netwerkbalans. De consequentie daarvan is dat door deze beleidsmaatregel een groter beroep wordt gedaan op andere marktpartijen om flexibel te reageren. De kosten die deze partijen daarvoor maken kunnen worden gezien als de kosten voor flexibiliteit als gevolg van die beleidsmaatregel.

Voor een zorgvuldige analyse van de effecten van beleidsmaatregelen op de kosten van flexibiliteit is voldoende aandacht voor de werking van de elektriciteitsmarkt of gasmarkt onontbeerlijk. Om de complexiteit hiervan aan te geven, volgt hier een voorbeeld. Hoewel het uiteindelijk om de real-time situatie in de elektriciteits- en gasnetwerken gaat, omdat die situatie de balans bepaalt, zijn ook de situaties in de forward markten van belang. Marktpartijen sluiten immers in forward markten contracten voor toekomstige levering of afname af en kunnen ook in die markten behoefte hebben aan producten waarmee een in tijd wisselend leverings- of afnameniveau kan worden gerealiseerd. Elektriciteitsproductiebedrijven hebben doorgaans een portfolio aan contracten voor de toekomst, bestaande uit contracten voor levering een jaar, een kwartaal, maand, dag en enkele uren vooruit. Door deze verschillende contracten aan te bieden kunnen afnemers hun totale inkoop afstemmen op de dynamische fluctuaties in het verbruik en op nieuwe informatie die in de tijd over toekomstige momenten beschikbaar komt. Dit hele proces van fine-tuning van productie op vraag wordt flexibiliteit genoemd. Door elektrificeren bij warmtevoorziening en transport zullen deze sectoren ook spelers op de elektriciteitsmarkt worden en daarbij zowel aanbieder als vrager van flexibiliteit kunnen worden.

Door energie- en milieubeleid kunnen zowel de behoefte aan als het aanbod van flexibiliteit veranderen. Wanneer huishoudens worden gestimuleerd om zonnepanelen te installeren, zal de residuele vraag meer afhankelijk worden van zonlicht en dus een grotere variatie in de tijd vertonen. Het gevolg daarvan is dat de behoefte aan flexibiliteit toeneemt. Welke kosten daarmee gemoeid zijn, hangt echter af van de tijdsdimensie waarvoor die toegenomen behoefte aan flexibiliteit geldt:

- Aangezien de productie door zonnepanelen deels afhangt van het aantal minuten daglicht, kan deze behoefte voor dat deel al ruim van te voren worden bepaald, wat betekent dat veel opties om in die behoefte te voorzien beschikbaar zullen zijn. Voorbeelden van opties die op langere termijn flexibel kunnen reageren zijn grote conventionele centrales (ook kolen en kern), internationale handel en vraagresponse.
- Voor een ander deel is de fluctuatie in de residuele vraag pas op kortere termijn bekend, namelijk wanneer er betrouwbare verwachtingen zijn over de zonintensiteit. Om deze behoefte aan flexibiliteit te voorzien zijn er minder opties beschikbaar, deels omdat sommige opties niet zo snel op korte termijn kunnen reageren (bijv. een kerncentrale), en anderdeels omdat een flexibele optie (zoals een kolen- of gascentrale) al haar productie al kan hebben verkocht, waardoor er geen ruimte is om nog op te schakelen (al kan afschakelen wel uiteraard).

Uit deze voorbeelden blijkt dat voor het bepalen van de effecten op de flexibiliteit van het elektriciteitssysteem kennis nodig is hoe een beleidsmaatregel van invloed is op het tijdspatroon van productie en verbruik, op de termijn waarvoor meer zekerheid daarvoor bestaat en welke opties beschikbaar zijn om de benodigde flexibiliteit te leveren.

Uiteindelijk kunnen de effecten op flexibiliteit worden uitgedrukt in termen van kosten die gemaakt worden om de energienetwerken in balans te houden, waarbij we aantekenen dat het hier dus niet alleen om de zogenaamde onbalansmarkt gaat, maar om flexibiliteit in alle forward en spotmarkten. De kosten van flexibiliteit worden daarom ook wel onderscheiden in netwerkkosten, profielkosten en onbalansmarkten (Koutstaal en Sijm, 2015).

De werkwijzer kan duidelijk maken hoe de flexibiliteit in de elektriciteits- en gasmarkt is geregeld. De werkwijzer bevat idealiter ook handvaten hoe de kosten van de verschillende soorten flexibiliteitsopties kunnen worden bepaald. Een model van de elektriciteitsmarkt kan daarbij behulpzaam zijn (Ozdemir et al., 2017).

2.3 Leveringszekerheid

Algemene MKBA leidraad en werkwijzer milieu

De algemene MKBA leidraad (Romijn en Renes, 2013) gaat niet in op leveringszekerheid van energie. Ook de werkwijzer milieu (De Bruyn et al., 2017a) behandelt dit onderwerp niet. Leveringszekerheid is dus een ‘witte vlek’ in de bestaande MKBA-richtlijnen.

Analyse

Net als voorzieningszekerheid en flexibiliteit is leveringszekerheid is van groot belang voor energiegebruikers. Terwijl voorzieningszekerheid betrekking heeft op de beschikbaarheid van energiebronnen en flexibiliteit gaat over het in de tijd op elkaar afstemmen van aanbod en vraag, heeft leveringszekerheid betrekking op het goed functioneren van de energienetwerken.

Uitval van energienetwerken leidt tot ernstige problemen¹. Een voorbeeld is de stroomstoring van januari 2017 in en rond Amsterdam. Deze vond plaats om 4 uur in de nacht. Rond 9 uur in de ochtend was de stroomvoorziening weer hersteld, maar de problemen waren nog niet voorbij. Trams stonden stil. Er reden in de ochtend geen treinen en 's middags mondjesmaat. Het Slotervaart ziekenhuis moest behandelingen en opnames uitstellen. Websites waren uit de lucht. Bij de Universiteit van Amsterdam bleven gebouwen dicht².

Onderbrekingen in de stroomvoorziening brengen ook hoge maatschappelijke kosten met zich mee. Zo zijn de kosten van een uur stroomuitval overdag in de Randstad op basis van cijfers over 2001 geraamd op 72 miljoen euro (Bijvoet et al., 2003; De Nooij et al., 2007). Het ligt voor de hand dat de kosten zijn gestegen door groei van de economie en de bevolking (zie ook Akker et al., 2009). Bovendien zijn we nog sterker afhankelijk geworden van kwetsbare ICT. Het voorbeeld van

¹ In deze verkenning gaan we alleen in op leveringszekerheid van elektriciteit. In een werkwijzer kan ook leveringszekerheid van aardgas, brandstoffen en warmte aan de orde komen.

² <https://www.parool.nl/amsterdam/weer-stroom-in-amsterdam-treinverkeer-nog-plat~a4449413/live?timestamp=1484639400000&offset=20>

de stroomstoring in Amsterdam hierboven laat zien dat hierdoor een groot deel van de schade niet tijdens maar na de stroomstoring optreedt.

Nederland kent een hoge leveringszekerheid van elektriciteit. De gemiddelde uitvalduur van elektriciteitsnetwerken schommelde in de periode 2007 t/m 2016 tussen 20 en 34 minuten, zonder duidelijke trend. Nederland scoort goed in vergelijking met omringende landen. Het vijfjarige gemiddelde van 25 minuten uitval ligt lager dan in Engeland (74 minuten) en Frankrijk (meer dan 69 minuten). Alleen Duitsland presteert beter (20 minuten) (Netbeheer Nederland, 2017, p. 15-16). 100% leveringszekerheid is niet altijd mogelijk en te duur. Een afweging aan de marge biedt hier uitkomst: wat zijn de kosten en baten van iets meer of minder zekerheid?

Om de gevolgen van uitval van het hoogspanningsnet te voorkomen worden belangrijke delen daarvan door netbeheer Tennet ‘dubbel uitgevoerd’ (EZ/Tennet/Netbeheer Nederland, 2013; De Nooij et al, 2009b). De baten van dergelijke investeringen bestaan uit lagere kosten van stroomonderbrekingen.

Het is van groot belang om de (hoge) kosten van investeringen af te wegen tegen de baten³. Sijm et al. (2013) laten zien dat het toepassen van MKBA bij interconnectoren leidt tot een betere en bredere afweging. Daarvoor is het van belang dat de baten van investeringen op adequate wijze kunnen worden geschat. De basis van deze baten wordt gevormd door (vermeden) kosten van stroomuitval. Een scherp beeld van deze kosten is dus een voorwaarde voor goede MKBA's. De beschikbare kostenschattingen dateren van 10 tot 15 jaar geleden. Daarom is het zeer gewenst om dit onderzoek te actualiseren.

Een belangrijk aspect is de vraag de netbeheerders voldoende prikkels ondervinden om de leveringszekerheid te borgen. De vergoedingen die worden betaald bij stroomuitval zijn lager dan de kosten die stroomgebruikers ondervinden. Zo is er geen vergoeding voor huishoudens bij een storing tot vier uur. Bij een duur van 4 tot 8 uur is de vergoeding € 35, bij 8 tot 12 uur € 55⁴. De kosten van stroomonderbrekingen overdag per persoon waren in 2001 € 9,32 (werkenden) tot € 4,66 per uur (niet-werkenden) (berekend o.b.v. Bijvoet et al, 2003, p. 45). Als we (conservatief geschat) uitgaan van € 15 per uur per huishouden in 2018, zijn de kosten van een storing van 6 uur € 90, waarvan € 35 wordt vergoed. Deze vergoedingen lijken op zichzelf geen voldoende prikkel om tot optimale investeringen in netwerken te komen⁵.

Tegen deze achtergrond is het belangrijk dat er kwaliteitsregulering voor netbeheerders is. Dit betreft onder meer de zogenaamde q-factor, waarmee de totale inkomsten van een netbeheerder mede afhankelijk worden gemaakt van de geleverde kwaliteitsprestatie (NMa, 2010). Daarnaast is er toezicht op of netbeheerders voldoende de kwaliteit van hun netten onderhouden.

Een witte vlek in de kennis is de vraag hoe de kosten van kwaliteitsregulering kunnen worden bepaald. Het gaat om kosten van het opleggen van regels en financiële prikkels, van het toezicht

³ Zie voor een recente discussie over nut en noodzaak van investeringen <https://www.tennet.eu/nl/nieuws/nieuws/acm-besluit-leidt-tot-grote-nodeloze-investeringen/>

⁴ <https://www.liander.nl/storingen/compensatie>

⁵ Mogelijk ondervinden netbeheerders naast financiële prikkels en regulering ook maatschappelijke aansporingen om storingen te voorkomen (bijvoorbeeld verontwaardigde klanten of aandacht in de media).

daarop, en van implementeren van maatregelen. Dat kan lastig zijn omdat investeringen vaak moeilijk te duiden zijn als pure kwaliteitsinvesteringen; ze kunnen ook effect hebben op de capaciteit. De werkwijzer kan dit verder uitwerken.

Kwantificeren van effecten en waarden van kosten en baten

Effecten op de leveringszekerheid kunnen in MKBA's worden uitgedrukt in het verwachte aantal minuten uitval per jaar. De waardering hiervan kan worden gebaseerd op de methode van Bijvoet et al. (2003), waarin de basis wordt gevormd door de productiewaarde per uur (bedrijven) en uurlonen (huishoudens). Wel dienen de cijfers in deze studie daarbij te worden geactualiseerd. Ook zijn er aanwijzingen dat de kosten van stroomstoringen zijn gestegen door een grotere afhankelijkheid van ICT; dit verdient nader onderzoek.

3 Energie en milieu

Een werkwijzer MKBA energie kan nader ingaan op effecten van technologie; op de samenhang tussen energieopwekking en luchtkwaliteit; en op lokale effecten van energieopwekking. In toekomstige versies van de MKBA werkwijzer milieu is aandacht gewenst voor de waardering van CO₂ in andere toekomstbeelden dan de WLO-scenario's; en voor het 'twee graden scenario'.

Dit hoofdstuk bespreekt de waardering van milieueffecten in MKBA's van energievraagstukken. Het doel van de analyse is om advies te geven over de toegevoegde waarde van een aparte werkwijzer MKBA's voor energie, gezien vanuit de noodzaak om milieueffecten te waarderen. Paragraaf 3.1 beschrijft aspecten op het raakvlak van energie en milieu die aandacht verdienen in een werkwijzer energie. In paragraaf 3.2 komen aspecten aan de orde die mogelijk kunnen worden opgepakt in toekomstige versies van de MKBA werkwijzer milieu.

3.1 Raakvlakken energie-milieu

Baten van technologie

Duurzaam energiebeleid is in belangrijke mate afhankelijk van subsidies op schone energieproductie zoals de SDE+. Deze subsidies hebben invloed op de technologieontwikkelingen in de sector zodat duurzame energie sneller commercieel te exploiteren is. Zonder de subsidies zou de groei van de productie van duurzame energie veel langzamer gaan. Dit betekent dat de subsidies invloed kunnen hebben op CO₂-prijzen: zonder subsidies zal de CO₂-prijs hoger moeten zijn om de klimaatdoelstelling op tijd te realiseren. De invloed van technologie op de groei van duurzame energie is echter onduidelijk, mede omdat externe effecten bij innovatie een rol spelen. Tot nu toe worden de maatschappelijke baten van technologieontwikkeling en –toepassing doorgaans niet meegenomen in MKBA's van energiebeleid. Dit is een effect dat in een werkwijzer MKBA energie nader onderzocht kan worden. Aanknopingspunten kunnen worden gevonden in bijvoorbeeld Parry et al. (2003) en Fischer & Newell (2008).

Effecten energieopwekking op luchtvervuiling

Emissiereductiemaatregelen voor verbetering van de luchtkwaliteit hebben vaak betrekking op end-of-pipe technologieën waardoor hernieuwbare energie bij deze beoordeling geen rol speelt. Omgekeerd hebben maatregelen gericht op hernieuwbare energie wel impact op de luchtkwaliteit en kan sprake zijn van negatieve interactie tussen energiebeleid en luchtkwaliteitsbeleid.

Smeets (2012) en ECN (2011) hebben de impact op luchtvervuiling bestudeerd als er beleidsmaatregelen zouden worden geïntroduceerd om een aandeel van 14 procent hernieuwbare energie te realiseren. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het hernieuwbare-energie-doel zo kosten-efficiënt mogelijk wordt gerealiseerd. Dit weerspiegelt de manier waarop het huidige subsidiesysteem in Nederland, de SDE+, is opgezet. Met uitzondering van SO₂, leidt realisatie van dit doel tot een toename van luchtvervuilende uitstoot (NO_x, NH₃, NMVOS, PM_{2,5}). Een belangrijke reden voor dit effect is het toegenomen gebruik van biomassa in kleinere installaties voor de productie van elektriciteit

en/of warmte. MKBA's van hernieuwbare energie zouden daarom integraal rekening moeten houden met de milieueffecten.

De werkwijzer MKBA energie kan nader invulling geven aan de noodzaak voor deze integrale beoordeling en mogelijk uitwerking geven aan de situaties waarin interacties tussen milieueffecten het meest relevant zijn. Ook kunnen hierbij technologische parameters gespecificeerd worden. Zo zijn de milieueffecten van centrales sterk afhankelijk van de leeftijd van de gebruikte turbines. Bij nieuwere turbines zijn de emissies nog niet te bepalen aan de hand van de emissieregistratie bij de Nederlandse Emissieautoriteit. Een werkwijzer MKBA energie kan aangeven hoe om te gaan met de milieueffecten van verschillende soorten centrales.⁶

Lokale effecten en luchtkwaliteit

Sterk regionale effecten vragen een meer specifieke aanpak waarvoor de kengetallen minder nauwkeurig zijn. Dit speelt met nadruk bij de luchtkwaliteit. Het effect van emissies op de luchtkwaliteit is onder meer sterk afhankelijk van de emissiehoogte. Bij een elektriciteitscentrale met een schoorsteen die hoger is dan 100 meter is het effect op de luchtkwaliteit een factor twee kleiner. Voor deze situatie is een afslag nodig op de milieuprijs voor fijnstof (PM_{2,5}).

3.2 Milieueffecten in MKBA's van energiebeleid

In deze paragraaf geven we aan welke onderdelen van eerdere werkwijzers van belang zijn voor het kwantificeren en waarderen van milieueffecten van energiebeleid. Daarbij komen enkele aspecten naar voren die in de toekomst aandacht verdienen in (nieuwe versies van) de werkwijzer milieu.

Betalingsbereidheid als uitgangspunt

De algemene MKBA leidraad is duidelijk over de noodzaak om milieueffecten te waarderen als het gaat om MKBA's op energieterrein. Productie en gebruik van energie gaat gepaard met emissies van CO₂ en andere luchtvervuiling. Toe- of afname van deze emissies heeft impact op de welvaart en behoort dus onderdeel te zijn van de MKBA (Romijn en Renes, 2013, p. 125).

De algemene leidraad gaat niet specifiek in op de vraag hoe de milieueffecten van deze emissies berekend kunnen worden. Hoofdstuk 7 van de leidraad bevat wel een algemene bespreking van de waardering van ongeprijsde effecten aan de hand van waargenomen en beweerde voorkeuren. De betalingsbereidheid van de consument staat met andere woorden centraal.

De leidraad merkt op dat vermijdingskosten als waarderingsgrondslag niet de voorkeur hebben. De reden hiervoor is dat vermijdingskosten niet gelijk te stellen zijn aan de bereidheid om te betalen voor de daadwerkelijk geleden schade. De waardering van de schade kan hoger of lager zijn. "Vermijdingskosten zijn daarmee niet altijd een goede benadering voor de waardering van effecten en niet altijd geschikt voor de berekening van baten." (Romijn en Renes, 2013, p. 106-107).

Schadekosten

De werkwijzer voor MKBA's op het gebied van milieu gaat meer specifiek in de waardering van milieueffecten in MKBA's (De Bruyn e.a. 2017a). Conform de leidraad stelt de werkwijzer dat

⁶ Zie hiervoor mede: Buunk e.a. (2016) in relatie tussen de milieueffecten van kolencentrales.

MKBA's de schadekosten van milieueffecten als waarderingsgrondslag moeten nemen, omdat deze kosten het best aansluiten bij de betalingsbereidheid van consumenten. Berekening van deze schadekosten gebeurt op basis van "impact pathway studies" waarin de impact van milieueffecten wordt berekend op de voor de welvaart relevante variabelen ("endpoints") zoals gezondheid, ecosysteemdiensten, gebouwen en machines, grondstoffen en rust en esthetische waarden.

Gebruik van kengetallen

De impact van beleid of investeringen op deze variabelen vraagt modelstudies wat een uitgebreid onderzoek vraagt. De werkwijzer milieu constateert dat deze aanpak de capaciteit voor het opstellen van MKBA's vaak te boven gaat (De Bruyn et.al., 2017a, p. 68). Het alternatief is een kengetallenaanpak die gebruik maakt van de schadekosten zoals berekend voor het Handboek Milieuprijzen dat tegelijk met de werkwijzer is verschenen (De Bruyn et.al., 2017b). Het Handboek berekent kengetallen voor meer dan duizend milieugevaarlijke stoffen die uitgestoten kunnen worden naar lucht, water of bodem. Met deze kengetallen kunnen volgens de werkwijzer in de meeste situaties de milieueffecten in een MKBA worden gemonetariseerd. De aanbeveling van de werkwijzer is kortom:

- De schadekosten als maatstaf voor de milieueffecten te nemen;
- De berekening van de schadekosten te baseren op kengetallen;
- Voor de kengetallen het Handboek Milieuprijzen te gebruiken.

Van belang is dat de kengetallen uit het Handboek gemiddelde waarden geven. De milieuprijzen zijn gemiddelde prijzen voor gemiddelde situaties in Nederland voor een gemiddelde bevolkingdichtheid en een gemiddelde uitstoothoogte. Ze zijn daarom vooral geschikt voor MKBA's waarin de effecten voor Nederland als geheel aan de orde zijn. Soms is de gemiddelde prijs niet voldoende. Wanneer milieueffecten sterk regionaal zijn, is de kengetallenaanpak onvoldoende en is via modelstudies toch een expliciete verstaalslag nodig van beleid of investering naar emissies naar effect op de welvaart.

Onzekere effecten vragen een bandbreedte

Volgens de algemene leidraad moet de onzekerheid van schattingen expliciet in een MKBA worden gepresenteerd. Dit houdt in dat milieueffecten in MKBA's naar het oordeel van de werkwijzer een boven- en onderwaarde moeten hebben. De bandbreedte wordt bepaald door het mogelijke effect op de endpoints. Het Handboek Milieuprijzen bevat de kengetallen voor de bandbreedte van de meeste milieueffecten. De onzekerheid kan betrekking hebben op verschillende scenario's. De afspraak in de werkwijzer is daarom om de waardering van milieueffecten een boven- en onderwaarde te geven in elk scenario.

CO₂

'Efficiënte CO₂-prijzen'

De werkwijzer milieu adviseert in navolging van CPB en PBL (Aalbers et al., 2016) om efficiënte CO₂-prijzen te gebruiken in MKBA's. Deze prijzen zijn opgenomen in Tabel 3.1. Ze gelden in de Welvaart en Leefomgeving (WLO) scenario's Hoog en Laag, en in een twee graden Celsius scenario waarin de mondiale temperatuurstijging beperkt blijft (Manders en Kool, 2015).

Tabel 3.1 De waardering van CO₂-effecten verschilt tussen scenario's

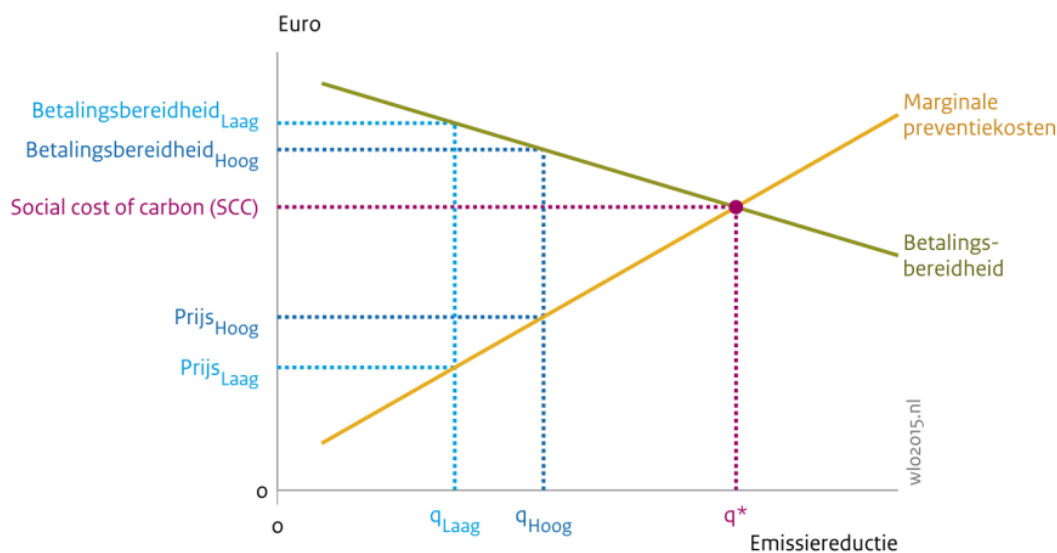
		2015	2030	2050
Laag	Efficiënte prijs	48	80	160
	ETS-prijs	5	40	160
Hoog	Efficiënte prijs	12	20	40
	ETS-prijs	5	15	40
2°C	Efficiënte prijs	60-300	100-500	200-1000
	ETS-prijs	5	100-500	200-1000

Prijzen in euro's per ton
Bron: Aalbers e.a. (2016)

Deze prijzen zijn vastgesteld aan de hand van preventiekosten. Aalbers et al. (2016) reageren op het argument van de algemene leidraad dat preventiekosten nadelen hebben als het gaat om het waarderen van baten zoals CO₂-reductie. De redenering van Aalbers et al. (2016) is als volgt. De maatschappelijke baat van CO₂-reductie is een wereldwijd effect dat bepaald kan worden door de marginale baten en kosten van CO₂-reductie te bepalen, zoals in Figuur 3.1. De wereldwijde betalingsbereidheid voor CO₂-reductie is echter lastig te bepalen (zie ook de grote bandbreedtes in de *social cost of carbon*).⁷ Bovendien speelt er een *free rider* probleem: land A kan meeliften op de inspanningen van land B om CO₂-reductie te realiseren en dat heeft gevolgen voor de betalingsbereidheid.

Figuur 3.1 De marginale kosten en baten hangen af van de emissiereductie

Relatie tussen CO₂-prijzen, betalingsbereidheid en social costs of carbon (SCC)



q^* = Emissiereductie in optimum

q_{Laag} = Emissiereductie behorend bij WLO-scenario Laag

q_{Hoog} = Emissiereductie behorend bij WLO-scenario Hoog

Bron: Aalbers et al (2016)

⁷ Zie Tol (2009) en Daniëls e.a. (2012), p. 63.

Nog belangrijker: in de WLO scenario's Hoog en Laag is het klimaatbeleid niet optimaal. De emissiereductie ligt dus lager dan het optimum. Als gevolg hiervan ligt de betalingsbereidheid voor CO₂-reductie in deze scenario's hoger dan de social cost of carbon in het optimum (zie figuur 3.1). Dit geeft een verstoring in de berekening van de baat van CO₂-reductie. Deze wordt te hoog ingeschat. Dit is een argument om gebruik te maken van de marginale preventiekosten (Aalbers et al., 2016, p. 13).

De baten van de CO₂-reductie worden berekend via efficiënte CO₂-prijzen. Er wordt verondersteld dat het ETS-systeem zorgt voor efficiënte prijzen als alle economische actoren en daarmee de gehele uitstoot van broeikasgassen onder het emissiehandelssysteem valt. Dit veronderstelt een succesvol wereldwijd emissiehandelssysteem voor CO₂-rechten. In de WLO-scenario's is dat in 2050 voor alle scenario's het geval. De efficiënte prijs CO₂-prijs voor de jaren tussen 2016 en 2050 is berekend door gebruik te maken van de regel van Hotelling (1931) die inhoudt dat de efficiënte prijs voor 2050 met een discontovoet wordt vertaald naar andere jaren (Aalbers et al., 2016, p. 9).

Wel een waterbedeffect maar toch baten

MKBA's van het CPB houden doorgaans geen rekening met vermeden CO₂-emissies, vanwege het waterbedeffect: bij vermeden CO₂-emissies blijven de ETS-rechten bestaan en zal de uitstoot elders plaatsvinden. Een voorbeeld is de MKBA van de Structuurvisie Wind op Land die de baat van CO₂-reductie om deze reden op nul stelt (CPB, 2013, p. 11). Wel voert het CPB een gevoeligheidsanalyse uit met baten voor de CO₂-reductie. De reden hiervoor is dat er een kleine kans is dat het ETS na 2020 niet langer zal bestaan waardoor het waterbedeffect niet optreedt. Deze berekening is uitgevoerd op basis van de schadekostenmethodiek. Hierbij is rekening gehouden met het stijgen van de schadekosten in de loop van de tijd: de marginale schade neemt toe met het oplopen van de concentratie van CO₂ in de atmosfeer. Deze kostenstijging bedraagt 1,1 procent per jaar.

Er zijn echter toch – ondanks het waterbedeffect - baten wanneer de vermeden CO₂-uitstoot onderdeel is van het scenario. De WLO scenario's veronderstellen internationale afspraken voor vermindering van de uitstoot wereldwijd met als resultaat een perfect werkend ETS in uiterlijk 2050. Als een klimaatmaatregel de CO₂-emissie in Nederland reduceert, is er – bij een gegeven totale mondiale reductie – elders in Nederland of in het buitenland minder CO₂-reductie nodig. In een goed werkende ETS markt vervangt de klimaatmaatregel de duurste andere klimaatmaatregel (want de CO₂-prijs daalt precies zover dat de duurste andere maatregel niet meer wordt genomen). De baat hiervan bestaat uit de vermeden kosten van de duurste andere maatregel (in figuur 3.1 de hoogte van de marginale preventiekosten, afhankelijk van het scenario). De waarde van de kostenreductie is aan de marge gelijk aan de bespaarde CO₂-emissies vermenigvuldigd met de efficiënte prijs. In de efficiënte prijzen benadering worden deze baten volledig meegeteld, ongeacht of ze toevallen aan Nederlanders of buitenlanders.

In essentie betreft dit een keuze van systeemgrenzen. Een uitgebreidere behandeling van de systeemgrenzen voor een MKBA op energiegebied ontbreekt. Waar ligt de grens van baten van CO₂-reducties, vermeden kosten van reducties, technologiebaten en andere effecten? Tellen we alleen kosten en baten voor Nederland mee, of voor heel Europa, of wereldwijd? De werkwijzer energie en (toekomstige versies van) de werkwijzer klimaat kunnen hier aandacht aan besteden.

Met deze aanpak zijn MKBA's van internationale reductiedoelstellingen niet mogelijk. Het klimaat-effect is op basis van de aanpak via efficiënte prijzen alleen te berekenen voor een gegeven klimaatdoelstelling. Een MKBA van klimaatdoelstellingen zou een vergelijking nodig maken van verschillende klimaatscenario's, wat niet mogelijk is met efficiënte prijzen. Volgens Aalbers et al. (2016) is een MKBA van verschillende CO₂-doelen niet mogelijk omdat er geen goed beeld bestaat waar het optimum ligt en er ook niet een wereldregering bestaat die in staat is om de "gewenste" CO₂-prijs af te dwingen. Dit roept de vraag op of en zo ja, hoe MKBA's van energie om kunnen gaan met eventuele andere scenario's dan de WLO-scenario's en of en hoe een MKBA van klimaatdoelstellingen uitgevoerd kan worden. Dit is een aandachtspunt voor (toekomstige versies van) de werkwijzer milieu.

CO₂-effecten in de elektriciteitsmarkt

De elektriciteitsmarkt valt onder het ETS. Dit houdt in dat bij een perfect werkend ETS het milieueffect van CO₂ al verdisconteerd zal zitten in de elektriciteitsprijs die opwekkers van elektriciteit doorberekenen aan hun klanten. Het CPB (Aalbers et al., 2016) heeft de efficiënte prijzen voor elektriciteit berekend voor de WLO-scenario's (Tabel 3.2). Het opwekken van stroom genereert opbrengsten aan elektriciteit. Door de opbrengsten te berekenen op basis van de elektriciteitsprijzen inclusief de efficiënte CO₂-prijs is het milieueffect al meegenomen als opbrengst. Dit betekent dat de MKBA geen separaat CO₂-effect berekend mag worden. Dit zou een dubbeltelling betekenen.

Tabel 3.2 De prijzen van elektriciteit zijn inclusief efficiënte CO₂-prijzen

		2030	2050
Laag	Efficiënte prijs per MWh	110	88
	Groothandelsprijs	67	90
Hoog	Efficiënte prijs per MWh	115	101
	Groothandelsprijs	90	100
2°C	Efficiënte prijs per MWh	113-116	102-104
	Groothandelsprijs	115	105

Bron: Aalbers et al., 2016

3.3 Conclusie

De punten waarvoor een werkwijzer MKBA energie toegevoegde waarde heeft zijn:

- Hoe om te gaan met de invloed van innovatie via energietechnologie op milieueffecten?
- Hoe om te gaan met de interactie tussen luchtkwaliteitsbeleid en klimaatbeleid?
- Hoe kunnen regionale en lokale effecten worden meegenomen?

In toekomstige versies van de werkwijzer milieu is het de vraag of en zo ja hoe in MKBA's met andere scenario's dan WLO kan worden gerekend. Speelt het waterbedeffect in deze situaties een andere rol? Zo ja, hoe kan daarmee worden omgegaan?

4 Betaalbaarheid

Betaalbaarheid betreft de vraag in welke mate de energierekening van bedrijven en huishoudens beïnvloed wordt door energie- en klimaatbeleid. Deze beïnvloeding gaat deels via de kosten van opwekking, handel en transport en deels via de verdeling van die kosten over bedrijven en consumenten.

Algemene MKBA leidraad en werkwijzer milieu

De algemene MKBA leidraad (Romijn en Renes, 2013) gaat niet in op de betaalbaarheid van energie. Wel schrijft deze leidraad dat als er aanmerkelijke verdelingseffecten zijn, het van belang is om naast het saldo ook de verdeling van de kosten en baten over verschillende groepen in de samenleving in kaart te brengen. In de werkwijzer milieu (De Bruyn et al., 2017a) wordt gesteld dat bij de aanleg van windparken, winning van energie en opslag van gas er aanmerkelijke verdelingseffecten kunnen zijn. De werkwijzer adviseert daarom om voor zulke projecten de verdelingseffecten te laten zien voor groepen als lokaal omwonenden, energieconsumenten en de directe exploitanten van een project.

Milieukostenmethodiek

Naast MKBA's bestaat er de zogenaamde milieukostenmethodiek (VROM, 1998, 2004; Harmelink et al., 2012). De werkwijzer milieu schrijft over de milieukostenmethodiek: *‘In Nederland is in 1998 de Milieukostenmethodiek opgesteld die tot doel had tot uniformering van kosteneffectiviteitsanalyses te komen. De methodiek wordt nog steeds gebruikt door diverse onderzoeksbureaus en de planbureaus. Om maximale aansluiting te verkrijgen met het doel en systematiek van de MKBA dient een [kosteneffectiviteitsanalyse op basis van de milieukostenmethodiek] dan wel te worden opgesteld aan de hand van nationale kosten waarbij de regulerende heffingen en subsidies worden beschouwd als overdrachten.*

... De milieukostenmethodiek ging er nog van uit dat de effecten exclusief btw zouden worden berekend. Conform de Algemene Leidraad (Romijn en Renes, 2013) is het echter aanbevelingswaardig om alle effecten inclusief btw te bepalen.

... Deze methodiek is enigszins verouderd en bevat ten opzichte van de werkwijzer hier, bijvoorbeeld een andere behandeling van discontovoet en definitie van gedragseffecten. Het verdient aanbeveling om de Milieukostenmethodiek te updaten met de uitgangspunten van deze werkwijzer.”

De werkwijzer energie kan nader ingaan op de vraag of en hoe de milieukostenmethodiek kan worden ge-update. Het is van groot belang dat verschillende analyses van de rijksoverheid qua uitgangspunten actueel en onderling consistent zijn.

Analyse

In de werkwijzer milieu wordt niet uitgewerkt hoe de verdelingseffecten wat betreft de kosten van energie- en milieubeleid kunnen worden bepaald. Omdat de kosten van energietransitieprojecten, zoals de aanleg van windparken op zee en de elektrificatie van woningen en verkeer, aanzienlijk zullen zijn, is het van groot belang dat ook wordt aangegeven hoe de verdelingseffecten worden bepaald.

Energie- en klimaatbeleid kan op diverse wijzen de energierekening van bedrijven en consumenten beïnvloeden. Het beleid kan invloed hebben op de kosten van de ‘commodity’ energie, de prijzen

die eindgebruiker hiervoor uiteindelijk betaalt en de tarieven die gebruikers betalen voor het gebruik van het netwerk.

De kosten voor de ‘commodity’ energie blijken uit de groothandelsprijzen voor onder meer olie, gas, kolen, en elektriciteit, maar ook uit de subsidies die betaald worden voor opwekking van bijvoorbeeld duurzame elektriciteit. Energie- en klimaatbeleid kunnen als gevolg hebben dat duurdere technieken worden gebruikt, wat kan leiden tot hogere marginale kosten en hogere prijzen en tot hogere vereiste vergoedingen voor vaste kosten. Om zulke effecten te kunnen bepalen, is inzicht nodig in het proces van prijsvorming op de verschillende groothandelsmarkten voor energie.

De prijzen die eindgebruikers uiteindelijk betalen hangen af van de kosten en opslagen die in de schakels tussen productie en retail in rekening worden gebracht. Wanneer energiebeleid er bijvoorbeeld toe leidt dat er minder concurrentie ontstaat tussen retailers, kan dat leiden tot hogere marges en hogere prijzen voor consumenten, zonder dat er sprake is van hogere kosten. Het gevolg is uiteraard dat de winsten van deze bedrijven toenemen. Voor de beoordeling van de effecten op de betaalbaarheid dient dus ook aandacht besteed te worden aan de intensiteit van de concurrentie op energiemarkten.

De betaalbaarheid hangt ook in sterke mate af van de kosten van de energienetwerken en hoe deze kosten worden verdeeld over verschillende energiegebruikers. Op dit moment is het bijvoorbeeld een afspraak in de EU dat elektriciteitsproducenten geen transporttarief betalen, zodat het grootste deel van de netwerkkosten bij de gebruikers terecht komt. Een specifiek voorbeeld voor Nederland is dat de kosten voor offshore elektriciteitsnetwerken betaald worden uit subsidiegelden die op hun beurt weer gefinancierd worden uit een heffing op de rekening van kleinegebruikers. Een gevolg van deze maatregel is dat grootgebruikers niet meebetalen aan de kosten van de offshore elektriciteitsnetwerken. Voor de beoordeling van de effecten op de betaalbaarheid is dus ook inzicht nodig in de tariefregulering en subsidiesystemen.

In de werkwijzer energie kan worden aangegeven hoe van verschillende type investeringsprojecten de verdelingseffecten kunnen worden bepaald. Daarbij kan aandacht besteed worden aan de financieringswijze, de relatie met subsidies en hoe subsidies worden gefinancierd, de relatie met energiebelastingen, en de effecten van de projecten op de groothandelsprijzen en uiteindelijke prijzen voor eindgebruikers.

5 Conclusies en aanbevelingen

Laat een werkwijzer voor MKBA's van energiebeleid opstellen en focus deze op 'witte vlekken' die in eerdere werkwijzers niet zijn uitgewerkt. Op sommige onderdelen is nader onderzoek nodig. De inhoudsopgave van de werkwijzer kan het stappenplan van de algemene MKBA werkwijzer combineren met een indeling naar inhoudelijke onderwerpen.

5.1 Aanbevelingen

Werkwijzer

- Laat een MKBA werkwijzer energie opstellen met concrete adviezen voor uitvoerders van MKBA's van energiebeleid.
- Richt de werkwijzer energie met name op onderwerpen die in eerdere werkwijzers niet zijn uitgewerkt.

Voorzieningszekerheid en flexibiliteit

- Om effecten van beleid op de voorzieningszekerheid te bepalen zijn twee aspecten van belang: het vermogen van markten om zich aan te passen aan een schok en het risico dat een bepaalde schok zich voordoet. Het eerste aspect kan worden gemeten via fluctuaties in energieprijzen, het tweede aspect met een zogenaamde break-even frequentie.
- De werkwijzer kan duidelijk maken hoe de flexibiliteit in de elektriciteits- en gasmarkt is geregeld. De werkwijzer bevat idealiter ook handvaten hoe de kosten van de verschillende soorten flexibiliteitsopties kunnen worden bepaald.

Leveringszekerheid

- Voer onderzoek uit naar de actuele kosten van stroomstoringen, om de baten van investeringen in netwerken beter te kunnen berekenen.
- Ga na welke prikkels netbeheerders ondervinden om stroomstoringen te voorkomen of de duur ervan te beperken, en hoe zij deze prikkels meenemen in investeringsbeslissingen.

Scenario's en het waterbedeffect

- Geef aan of en hoe MKBA's kunnen omgaan met andere scenario's dan WLO. Moet in deze scenario's wel rekening worden gehouden met het waterbedeffect? Hoe kunnen MKBA's van energie omgaan met een vraagstelling waarin het CO₂-doel niet gegeven is maar tevens onderdeel uitmaakt van de analyse?

Raakvlakken energie-milieu

- Werk uit wat de invloed is van innovatie via de technologieontwikkeling op de waardering van milieueffecten.
- Geef aan hoe om te gaan met de interactie tussen luchtkwaliteitsbeleid en klimaatbeleid.
- Geef aan hoe van verschillende type investeringsprojecten de verdelingseffecten kunnen worden bepaald.

Werkwijzer milieu

- Tot slot is er nog de aanbeveling om in toekomstige versies van de werkwijzer voor MKBA's van milieubeleid in te gaan op de vraag of ook andere scenario's dan de WLO-scenario's van belang zijn voor MKBA's; en zo ja, op de wijze waarop CO₂ in zulke scenario's kan worden gewaardeerd.

5.2 Inhoud van de werkwijzer

We stellen voor om de inhoud van de werkwijzer energie op te bouwen op basis van het stappenplan uit de algemene MKBA-leidraad (Romijn en Renes, 2013). Voor deze opbouw is ook gekozen bij eerdere werkwijzers (Koopmans et al., 2016; De Bruyn et al., 2017a; Klooster et al., 2018). Binnen het stappenplan dienen de belangrijkste inhoudelijke onderwerpen als hoofdindeling: betrouwbaarheid/flexibiliteit, milieueffecten en betaalbaarheid. Per onderwerp worden aspecten besproken die relevant zijn in een MKBA van energiebeleid. Een aanzet tot die bespreking is gedaan in deze verkenning. Verder is het belangrijk om aan het begin van de werkwijzer het doel, de scope en de relatie met andere werkwijzers goed neer te zetten (zie bijvoorbeeld De Bruyn et al., 2017a).

Deze overwegingen leiden tot de concept inhoudsopgave van de werkwijzer energie in Box 5.1. De opbouw en indeling zijn met name geïnspireerd door de werkwijzer milieu (De Bruyn et al., 2017a) en de werkwijzer sociaal domein (Koopmans et al., 2016).

Box 5.1 De concept inhoudsopgave is gebaseerd op het stappenplan en op energie-aspecten**Samenvatting****1 Inleiding**

- 1.1 Doel en reikwijdte van de werkwijzer
- 1.2 Relatie met andere werkwijzers
- 1.3 Leeswijzer

2 Probleemanalyse en beleidsalternatieven

- 2.1 Probleemanalyse
- 2.2 Nulalternatief
- 2.3 Beleidsalternatieven

3 Identificatie en kwantificering van effecten

- 3.1 Markten en identificatie van effecten
- 3.2 Beschikbare informatie
- 3.3 Kwantificering van effecten
 - 3.3.1 Betrouwbaarheid/flexibiliteit
 - 3.3.2 Raakvlakken energie-milieu
 - 3.3.3 Betaalbaarheid

4 Waardering van effecten

- 4.1 Waardering (monetarisering) per soort effect
 - 4.1.1 Betrouwbaarheid/flexibiliteit
 - 4.1.2 Raakvlakken energie-milieu
 - 4.1.3 Betaalbaarheid
- 4.2 Kosten
- 4.3 Risico's en onzekerheden

5 Resultaten

- 5.1 Overzichtstabel
- 5.2 Rapportage
- 5.3 Verdelingseffecten

Literatuur**Bijlagen (verdieping)**

Literatuur

- Aalbers, R., G. Renes en G. Romijn (2016). WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO₂-uitstoot in MKBA's, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.
- Akker, I. et al. (2009). Waardering van stroomstoringen. Actualisering van de gegevens voor de kwaliteitsregulering. Rapport 2009-58, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Bijvoet, C.C., Nooij, M. de, Koopmans, C.C. (2003). Gansch het raderwerk staat stil: de kosten van stroomstoringen. Rapport 685, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Bohi, D.R., M.A. Toman (1996), The economics of energy security, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA.
- Bruyn, S. de et al. (2017a). Werkwijzer voor MKBA's op het gebied van milieu. CE Delft.
- Bruyn, S. de et al. (2017b). Handboek Milieuprijzen 2017. CE Delft.
- Buunk, E., B. Hof en B. Tieben (2016). Sluiting kolencentrales: Analyse van de maatschappelijke kosten en baten. Rapport 2016-18, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- CPB (2009). Werkgelegenheidseffecten deelname JSF programma. CPB Notitie, dd. 23 februari 2009. Den Haag: Centraal Planbureau.
- CPB (2013). KBA Structuurvisie 6000 MW Windenergie op land, Den Haag: Centraal Planbureau.
- Daniëls, B., B. Tieben, J. Weda e.a. (2012), *Kosten en baten van CO₂-emissiereductie maatregelen*, ECN en SEO Economisch Onderzoek, ECN-E-12-008, Amsterdam en Petten.
- Difiglio, C. (2014), Oil, economic growth and strategic petroleum stocks, *Energy Strategy Reviews*, Volume 5, 2014, Pages 48-58
- ECN (2011), Actualisatie Optiedocument 2010 RR2010-SV en NREAP, ECN-E--11-023, Petten.
- EZ (2004) Brief over bevindingen koelwaterproblematiek 2003, Tweede Kamer 29023, nr. 5.
- EZ/Tennet/Netbeheer Nederland (2013). Kwaliteitsnorm enkelvoudige storingsreserve in het Nederlandse hoogspanningsnet.
- Fischer, C., Newell, R. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management* 55, 142–162.

- Gao D., Zheng Li, Pei Liu, Jiazhu Zhao, Yuning Zhang, Canbing Li (2018). A coordinated energy security model taking strategic petroleum reserve and alternative fuels into consideration, *Energy* 145, pp. 171-181.
- Harmelink M., L. Bosselaar, P. Boonekamp, J. Gerdes, R. Segers, H. Pouwelse, M. Verdonk (2012). Berekening van de CO₂-emissies, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland. Agentschap NL i.s.m. ECN, CBS en PBL.
- Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources, *Journal of Political Economy* 39, 137-175.
- Joode, J., D. Kingma, M. Lijesen, M. Mulder, V. Shestalova (2004). Energy policies and risks on energy markets: a cost-benefit analysis, Den Haag: Centraal Planbureau.
- Klooster, J. et al. (2018). Werkwijzer Natuur. Maatschappelijke Kosten-Baten Analyses, Amersfoort: Arcadis (te verschijnen).
- Koopmans, C. en M. Volkerink (2014). Zorgen overheidsbestedingen voor extra banen?, *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken* 30 (1). 40-52.
- Koopmans, C. et al. (2016). Werkwijzer voor kosten-batenanalyse in het sociale domein, rapport 2016-11, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Koutstaal, P.R. en J.P.M. Sijm (2015). De toekomst van de elektriciteitsvoorziening bij toename van zon en wind, *TPE Digitaal*, 9(2).
- Manders, T. en C. Kool (2015). Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.
- Mulder, M., A. ten Cate, G.T.J. Zwart (2007). The economics of promoting security of energy supply, in: EIB papers, An efficient, sustainable and secure supply of energy for Europe, European Investment Bank, volume 12, no.2
- Netbeheer Nederland (2017). Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten 2016.
- NMa (2010). Zorgen voor optimale energiedistributienetten, Energiekamer Nederlandse Mededingingsautoriteit, Den Haag.
- Nooij, M. de, Koopmans, C., Bijvoet, C. (2007). The value of supply security: The costs of power-interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks, *Energy Economics*, 277-295.
- Nooij, M. de, Lieshout, R., Koopmans, C. (2009a). Optimal blackouts: Empirical results on reducing the social cost of electricity outages through efficient regional rationing, *Energy Economics* 31, 342-347.

- Nooij, M. de, et al. (2009b). MKBA netinvesteringen netuitlopers. Rapport nr. 2009-28, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Ozdemir, O., Koutstaal, P. R., & Hout, M. V. (2017). Integration costs and market value of variable renewables: A study for the Dutch power market. *Policy Studies*.
- Parry, I. W. H., Pizer, W. A., Fischer, C. (2003). How large are the welfare gains from technological innovation induced by environmental policies? *Journal of Regulatory Economics* 23 (3), 237–55.
- Quintel (2014). Hogere investeringen, lagere kosten en meer banen mede dankzij het Nationaal Energieakkoord.
- Romijn, G., Renes, G. (2013). Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse, Den Haag: Centraal Planbureau / Planbureau voor de Leefomgeving.
- Sijm, J., et al. (2013). Naar een breder afwegings- en reguleringskader voor investeringen in interconnectoren: de Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA). Petten/Amsterdam: ECN / SEO Economisch Onderzoek.
- Smeets, W. (2012). Kosten en baten van strengere emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen, Nationale evaluatie voor de herziening van het Gothenburg Protocol, PBL.
- Tol, R.S.J. (2009). The Economic Effects of Climate Change, *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29 – 51.
- Volkerink, M., Rougoor, W., Tieben, B., Blom, M., & Schepers, B. (2012). Bouwen en banen: werkgelegenheidseffecten van energiebesparing in de gebouwde omgeving. SEO Economisch Onderzoek.
- VROM (1998). Kosten en baten in het milieubeleid – definities en berekeningsmethoden. Publicatiereeks milieustrategie 1998/6. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), Den Haag.
- VROM (2004). Handreiking voor monitoring en evaluatie van klimaatmaatregelen. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), Den Haag;